

明 細 書

成膜方法、半導体装置の製造方法、半導体装置、基板処理システム
技術分野

- [0001] 本発明は一般に絶縁膜の形成方法に係り、特にF(フッ素)添加カーボン膜の成膜方法、かかるフッ素添加カーボン膜を成膜方法を使った半導体装置の製造方法およびかかる方法により形成された半導体装置、さらにはかかる半導体装置の製造のための基板処理システムに関する。

背景技術

- [0002] 最近の微細化された半導体装置では、基板上に形成された莫大な数の半導体素子を電氣的に接続するのに、いわゆる多層配線構造が使われる。多層配線構造では、配線パターンを埋設した層間絶縁膜を多数積層し、一の層の配線パターンは、隣接する層の配線パターンと、あるいは基板中の拡散領域と、前記層間絶縁膜中に形成したコンタクトホールを介して相互接続される。
- [0003] かかる微細化された半導体装置では、層間絶縁膜中において複雑な配線パターンが近接して形成されるため、層間絶縁膜中の寄生容量による電気信号の配線遅延が深刻な問題になる。
- [0004] このため、特に最近のいわゆるサブミクロン、あるいはサブクォータミクロンと呼ばれる超微細化半導体装置では、多層配線構造を構成する配線層として銅配線パターンが使われ、層間絶縁膜として、比誘電率が4程度の従来のシリコン酸化膜(SiO_2 膜)の代わりに、比誘電率が3〜3.5程度のF添加シリコン酸化膜(SiOF 膜)が使われている。
- [0005] しかし、 SiOF 膜では比誘電率の低減にも限界があり、このような SiO_2 ベースの絶縁膜では、設計ルール $0.1\mu\text{m}$ 以降の世代の半導体装置で要求される、3.0未満の比誘電率を達成するのは困難であった。
- [0006] 一方、比誘電率がより低い、いわゆる低誘電率(low-K)絶縁膜には様々な材料があるが、多層配線構造に使われる層間絶縁膜には、比誘電率が低だけでなく、高い機械的強度と熱処理に対する安定性を備えた材料を使う必要がある。

- [0007] F添加カーボン(CF)膜は、十分な機械的強度を有し、かつ2.5以下の比誘電率を実現できる点で、次世代の超高速半導体装置に使われる低誘電率層間絶縁膜としてとして有望である。
- [0008] 一般にF添加カーボン膜は C_nF_m で表される化学式を有しており、平行平板型プラズマ処理装置、あるいはECR型プラズマ処理装置により形成できることが報告されている。
- [0009] 例えば特許文献1は、平行平板型プラズマ処理装置中において CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 などのフッ化カーボン化合物を原料ガスに使い、F添加カーボン膜を得ている。また特許文献2では、ECR型プラズマ処理装置において CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 などのフッ化ガスを原料に使い、F添加カーボン膜を得ている。

特許文献1:特開平8-83842号公報

特許文献2:特開平10-144675号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 一方、従来のF添加カーボン膜ではリーク電流が大きく、また400℃程度の半導体プロセスで使われる温度に加熱された場合、膜から脱ガスが生じやすい問題があり、このような膜を層間絶縁膜に使った場合には、半導体装置の信頼性に深刻な影響が生じると考えられる。リーク電流が大きくまた脱ガスが生じることは、これら従来のF添加カーボン膜では膜中に様々な欠陥が含まれていることを示唆している。
- [0011] また、従来の技術によりこのようなF添加カーボン膜を形成しようとすると、フッ化カーボン化合物の解離により生じたFラジカルを系から除去するために、原料ガス中に水素ガスを添加する必要があり、その結果、得られたフッ素添加カーボン膜中には大量の水素が含まれることになる。しかしこのように水素を多量に含むフッ素添加カーボン膜では膜中においてHFの放出が生じ、配線層や絶縁膜に腐食が生じてしまう。
- [0012] また先にも述べたようにF添加カーボン膜は多層配線構造において層間絶縁膜として、銅配線パターンと組み合わされて使われることが多いが、このような銅配線パターンを使った多層配線構造では、配線パターンからのCuの拡散を阻止するため、配線パターンが形成される配線溝あるいはビアホールの側壁面を典型的にはTaなどのバ

リアメタル膜により覆うことが必須である。しかし、F添加カーボン膜の表面にTaバリアメタル膜を堆積すると、F添加カーボン膜中のFとバリアメタル膜中のTaとが反応して揮発性のTaFが形成されてしまう。このようなTaFの形成は、特にF添加カーボン膜が露出したビアホール2Aの側壁面などにおいて生じ、密着性を劣化させ、また多層配線構造の信頼性あるいは寿命を劣化させる。

- [0013] 図1は、このような従来のF添加カーボン膜を使ったビアコンタクト構造の例を示す。
- [0014] 図1を参照するに、F添加カーボン膜よりなる層間絶縁膜2が、銅配線パターン1Aが埋設された低誘電率層間絶縁膜1上に形成されており、前記F添加カーボン膜2中には前記銅配線パターン1Aを露出するように、前記F添加カーボン膜2上に形成されたハードマスクパターン3をマスクにビアホール2Aが形成されている。
- [0015] 前記ビアホール2Aの側壁面においては前記層間絶縁膜2を構成するF添加カーボン膜が露出しており、前記側壁面は、前記ハードマスクパターン3上に前記ビアホール2Aを覆うように堆積されたTa膜4により覆われている。このようなビアコンタクト構造では、先にも説明したように膜中に多量の水素が含まれるため、膜を構成するFと水素とが反応して腐食性のHFが形成される恐れがある。
- [0016] また前記ビアホール2Aの側壁面ではTaバリア膜4がドライエッチングにより露出された新鮮なF添加カーボン膜表面にコンタクトするため、かかる膜表面に存在するFと反応して揮発性のTaFが形成されてしまう。
- [0017] そこで本発明は上記の問題点を解決した、新規で有用な成膜方法、半導体装置の製造方法、半導体装置および基板処理システムを提供することを概括的課題とする。

- [0018] 本発明のより具体的な課題は、フッ素添加カーボン膜を層間絶縁膜に使用して信頼性の高い多層配線構造を形成できる成膜方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0019] 本発明によれば、
- F添加カーボン膜を、CとFとを含む原料ガスを使って形成する工程と、
- 形成された前記F添加カーボン膜を、ラジカルにより改質する工程とを含み、
- 前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比F/Cが、1よ

りも大きく2よりも小さい成膜方法が提供される。

[0020] さらに本発明によれば、

基板上にF添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、

前記F添加カーボン膜をドライエッチングし、前記F添加カーボン膜中に開口部を形成する工程と、

前記開口部の側壁面と底面とを金属膜で覆う工程とを含む半導体装置の製造方法において、

前記開口部を形成する工程の後、前記開口部の側壁面と底面とを前記金属膜で覆う工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面をラジカルにより改質する工程を含み、

前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比 F/C が、1よりも大きく2よりも小さい半導体装置の製造方法が提供される。

[0021] さらに本発明によれば、

真空搬送室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライエッチングを行う第1の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜の改質を行う第2の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライクリーニングを行う第3の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、金属膜の堆積を行う第4の処理室とを備えた基板処理システムであって、

前記第1および第2の処理室の各々は、

排気系に結合され被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、

前記基板保持台上の被処理基板に対面するように設けられ、前記処理容器の外壁の一部を構成するマイクロ波窓と、

前記処理容器の外側に、前記マイクロ波窓に結合して設けられた平面マイクロ波アンテナと、

前記処理容器内に希ガスを供給する第1のガス供給系と、

前記処理容器内に、前記処理容器内部の空間を前記マイクロ波窓が含まれる第1の空間部分と前記基板保持台が含まれる第2の空間部分とに分割するように設けられ、前記第1の空間部分に形成されたプラズマが前記第2の空間部分に侵入できるように開口部を形成され、さらに処理ガスを前記処理容器内に導入する第2のガス供給系とを備えた基板処理システムが提供される。

[0022] さらに本発明によれば、

基板上にフッ素添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、

前記フッ素添加カーボン膜中にドライエッチングにより開口部を形成する工程と、

前記開口部の側壁面と底面を覆うように第1の金属膜を堆積する工程とよりなる半導体装置の製造方法において、

前記開口部を形成する工程の後、前記第1の金属膜を堆積する工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面および底面を覆うように、Fと反応した場合に安定な化合物を形成する金属元素よりなる第2の金属膜を堆積する工程を設けた半導体装置の製造方法が提供される。

[0023] さらに本発明によれば、

基板と、

前記基板上に形成されたフッ素添加カーボン膜と、

前記フッ素添加カーボン膜中に形成された開口部と、

少なくとも前記開口部の側壁面と底面とを沿って形成された第1の金属膜とよりなる半導体装置において、

前記フッ素添加カーボン膜と前記第1の金属膜との間には、前記開口部の側壁面と底面とを覆うように、第2の金属膜が形成されており、

前記第2の金属膜には、前記フッ素添加カーボン膜が露出する前記開口部の側壁面との界面に沿って、フッ化物膜が形成されている半導体装置が提供される。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、F添加カーボン膜の露出表面を改質することにより、膜表面に存

在するF原子が除去され、その結果、かかる膜表面上にバリアメタル膜などを形成した場合でも、界面において揮発性のフッ化膜が形成されることがなく、信頼性の高い電氣的コンタクトを実現することができる。前記F添加カーボン膜を形成する際に、電子温度の低いマイクロ波を使ったプラズマCVDプロセスを使い、さらに分子中におけるFとCの原子数の比F/Cが1よりも大きく2未満の原料ガスを使うことにより、水素ガスを添加せずとも所望のF添加カーボン膜の堆積が実現可能になる。すなわち、このようにして形成されたF添加カーボン膜は膜中に水素を実質的に含まず、このため多層配線構造などに使われた場合にも、配線層や他の絶縁膜を腐食することがない。さらに本発明のF添加カーボン膜では膜中に水素が実質的に含まれないため、前記改質処理を例えば窒素ラジカルを使って行った場合に、膜がエッチングされることがなく、所望の改質処理を安定に、再現性よく行うことが可能になる。

[0025] さらに本発明によれば、F添加カーボン膜のドライエッチングと改質処理、さらにドライクリーニング処理と金属膜堆積処理とをクラスタ型の基板処理システムにより実行することにより、ドライエッチングから金属膜堆積処理までを基板を大気に露出することなく実行することが可能で、反応性の高いF添加カーボン膜のドライエッチング直後の露出表面に大気中の水分が吸着されることがない。

[0026] さらに本発明によれば、F添加カーボン膜上にTa膜などの金属膜を堆積する際に、間にFと反応して安定な化合物を形成する第2の金属膜を介在させることにより、TaFなどの揮発性化合物が形成されて層間絶縁膜とバリアメタル膜との界面が不安定になる問題が回避される。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]従来の半導体装置の製造方法における問題点を説明する図である。

[図2A]本発明で使われるマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図である。

[図2B]本発明で使われるマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す別の図である。

[図3]図2のマイクロ波プラズマ処理装置の一部を示す図である。

[図4A]図2のマイクロ波プラズマ処理装置中における電子温度分布を示す図である。

。

[図4B]図2のマイクロ波プラズマ処理装置中における電子密度分布を示す図である。

[図5A]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その1)である。

[図5B]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その2)である。

[図5C]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その3)である。

[図5D]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その4)である。

[図5E]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その5)である。

[図5F]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その6)である。

[図5G]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その7)である。

[図5H]は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その8)である。

[図6]本発明の第2実施例によるクラスタ型基板処理装置の構成を示す図である。

[図7]本発明の第2実施例で使われる別のクラスタ型基板処理装置の構成を示す図である。

[図8]本発明の第3実施例による半導体装置の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0028] [第1実施例]

図2A、2Bは、本発明第1実施例で使われるマイクロ波プラズマ処理装置100の構成を示す。ただし図2Aはマイクロ波プラズマ処理装置100の断面図を、また図2Bはラジアルラインスロットアンテナの構成を示す図である。

[0029] 図2Aを参照するに、マイクロ波プラズマ処理装置100は複数の排気ポート11Dから排気される処理容器11を有し、前記処理容器11中には被処理基板12を保持する保持台13が形成されている。前記処理容器11の均一な排気を実現するため、前記

保持台13の周囲にはリング状に空間11Cが形成されており、前記複数の排気ポート11Dを前記空間11Cに連通するように等間隔で、すなわち被処理基板に対して軸対称に形成することにより、前記処理容器11を前記空間11Cおよび排気ポート11Dを介して均一に排気することができる。

- [0030] 前記処理容器11上には、前記保持台13上の被処理基板12に対応する位置に、前記処理容器11の外壁の一部として、低損失誘電体よりなるセラミックカバープレート17がシールリング16Aを介して前記被処理基板12に対面するように形成されている。
- [0031] 前記カバープレート17は、前記処理容器11上に設けられたリング状部材14上に前記シールリング16Aを介して着座しており、前記リング状部材14には、プラズマガス供給ポート14Aに連通した、前記リング状部材14に対応したリング形状のプラズマガス通路14Bが形成されている。さらに、前記リング状部材14中には、前記プラズマガス通路14Bに連通する複数のプラズマガス導入口14Cが、前記被処理基板12に対して軸対称に形成されている。
- [0032] そこで前記プラズマガス供給ポート14Aに供給されたAr, KrやXeおよび H_2 等のプラズマガスは、前記プラズマガス通路14Bから前記導入口14Cに供給され、前記導入口14Cから前記処理容器11内部の前記カバープレート17直下の空間11Aに放出される。
- [0033] 前記処理容器11上には、さらに前記カバープレート17上に、前記カバープレート17から4〜5mm離間して、図2Bに示す放射面を有するラジアルラインスロットアンテナ30が設けられている。
- [0034] 前記ラジアルラインスロットアンテナ30は前記リング状部材14上にシールリング16Bを介して着座しており、外部のマイクロ波源(図示せず)に同軸導波管21を介して接続されている。前記ラジアルラインスロットアンテナ30は、前記マイクロ波源からのマイクロ波により、前記空間11Aに放出されたプラズマガスを励起する。
- [0035] 前記ラジアルラインスロットアンテナ30は、前記同軸導波管21の外側導波管21Aに接続された平坦なディスク状のアンテナ本体22と、前記アンテナ本体22の開口部に形成された、図2Bに示す多数のスロット18aおよびこれに直交する多数のスロット1

8bを形成された放射板18とよりなり、前記アンテナ本体22と前記放射板18との間には、厚さが一定の誘電体板よりなる遅相板19が挿入されている。また前記放射板18には、同軸導波管21を構成する中心導体21Bが接続されている。前記アンテナ本体22上には、冷媒通路20Aを含む冷却ブロック20が設けられている。

- [0036] かかる構成のラジアルラインスロットアンテナ30では、前記同軸導波管21から給電されたマイクロ波は、前記ディスク状のアンテナ本体22と放射板18との間を、半径方向に広がりながら進行するが、その際に前記遅相板19の作用により波長が圧縮される。そこで、このようにして半径方向に進行するマイクロ波の波長に対応して前記スロット18aおよび18bを同心円状に、かつ相互に直交するように形成しておくことにより、円偏波を有する平面波を前記放射板18に実質的に垂直な方向に放射することができる。
- [0037] かかるラジアルラインスロットアンテナ30を使うことにより、前記カバープレート17直下の空間11Aに均一な高密度プラズマが形成される。このようにして形成された高密度プラズマは電子温度が低く、そのため被処理基板12にダメージが生じることがなく、また処理容器11の器壁のスパッタリングに起因する金属汚染が生じることもない。
- [0038] 図2A、2Bのプラズマ処理装置100では、さらに前記処理容器11中、前記カバープレート17と被処理基板12との間に、外部の処理ガス源(図示せず)から前記処理容器11中に形成された処理ガス通路23および24Aを介して供給された処理ガスを放出する多数のノズル24Bを形成された導体構造物24が形成されており、前記ノズル24Bの各々は、供給された処理ガスを、前記導体構造物24と被処理基板12との間の空間11Bに放出する。すなわち前記導体構造物24は処理ガス供給部として機能する。前記処理ガス供給部を構成する導体構造物24には、前記隣接するノズル24Bと24Bとの間に、図3に示すように前記空間11Aにおいて形成されたプラズマを前記空間11Aから前記空間11Bに拡散により、効率よく通過させるような大きさの開口部24Cが形成されている。
- [0039] 図3は、前記処理ガス供給部24の底面図を示す。
- [0040] 図3よりわかるように前記ノズル24Bは前記処理ガス供給部24の前記基板12に対面する側に形成されており、前記カバープレート17に面する側には形成されてい

い。

- [0041] そこで、図2A, 2Bのプラズマ処理装置100において前記処理ガス供給部24から前記ノズル24Bを介して処理ガスを前記空間11Bに放出した場合、放出された処理ガスは前記空間11Aにおいて形成された高密度プラズマにより励起され、前記被処理基板12上に、一様なプラズマ処理が、効率的かつ高速に、しかも基板および基板上の素子構造を損傷させることなく、また基板を汚染することなく行われる。一方前記ラジアルラインスロットアンテナ30から放射されたマイクロ波は、導体よりなる前記処理ガス供給部24により阻止され、被処理基板12を損傷させることはない。
- [0042] 図2A, 2Bの基板処理装置では、前記空間11Aおよび11Bがプロセス空間を形成するが、図3の処理ガス供給部24を設けた場合、前記空間11Aでは主としてプラズマの励起が生じ、一方前記空間11Bでは処理ガスによる成膜が主として生じる。
- [0043] 図4Aは、図2A, 2Bのプラズマ処理装置100において前記プラズマガス導入口14CからArガスを導入することにより前記処理容器11中のプロセス圧を約67Pa (0.5 Torr) に設定し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30に2.45GHzまたは8.3GHzのマイクロ波を $1.27\text{W}/\text{cm}^2$ のパワー密度で導入した場合に前記空間11Aおよび11Bを含むプロセス空間中に生じる電子温度の分布を示す。ただし図4A中、縦軸は電子温度を、横軸は前記カバープレート下面から測った距離を示す。
- [0044] 図4Aを参照するに、電子温度は前記カバープレート17直下の領域において最も高く、マイクロ波周波数が2.45GHzの場合にはおよそ2.0eV、マイクロ波周波数が8.3GHzの場合にはおよそ1.8eVであるのに対し、前記カバープレート17から20mm以上離れた、いわゆる拡散プラズマ領域では電子温度がほぼ一定で、1.0〜1.1eVの値をとることがわかる。
- [0045] このように、図2A, 2Bのマイクロ波プラズマ処理装置100では、非常に低い電子温度のプラズマを形成することができ、このような低い電子温度のプラズマを使って低いエネルギーを要求されるプロセスを行うことができる。
- [0046] 図4Bは、図2A, 2Bのプラズマ処理装置100において前記処理容器11中に生じるプラズマ電子密度の分布を示す。
- [0047] 図4Bを参照するに、図示の例は図4Aと同様に前記プラズマガス導入口14Cから

Arガスを導入することにより前記処理容器11中のプロセス圧を約67Pa(0.5Torr)に設定し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30に2.45GHzまたは8.3GHzのマイクロ波を $1.27\text{W}/\text{cm}^2$ のパワー密度で導入した場合についての結果を示すが、前記カバープレート17の下面から60〜70mm程度の距離までは、周端数が2.45GHzの場合であっても8.3GHzの場合であっても、 $1 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ の非常に高いプラズマ密度が実現されているのがわかる。

[0048] そこで本実施例では、前記処理ガス導入口24の位置を、前記 $1 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ のプラズマ電子密度が実現されるように前記カバープレート17の下面から60mm以内の距離に設定し、前記プロセス空間11Aにプラズマを、前記プラズマガス導入口14CからArガスを導入し、前記アンテナから周波数が1〜10GHz程度のマイクロ波を導入して励起し、この状態で前記処理ガス導入口24から前記プロセス空間11Bに C_5F_8 ガスを、前記ノズル24Bを介して導入することにより、前記被処理基板12上にF添加カーボン膜を形成することが可能である。

[0049] 図5A〜5Hは、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図である。

[0050] 図5Aを参照するに、 SiO_2 、SiOCあるいはその他の低誘電率絶縁膜42が形成されたSi基板41上にはSiN膜あるいはSiOC膜などよりなるキャップ層43が形成されており、前記キャップ層43上には、前記図2A、2Bで説明したプラズマ処理装置100中において、前記プロセス空間11B中に前記処理ガス供給部24より C_5F_8 原料ガスを供給することにより、F添加カーボン膜44が形成される。かかるF添加カーボン膜44の堆積は、例えば基板温度を250℃に設定し、約100Paの圧力下、前記カバープレート17直下の空間11AにArガスを前記プラズマガス供給部14Cより供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30から周波数が2.45GHzのマイクロ波を、 $2.0\text{W}/\text{cm}^2$ のパワー密度で供給することにより、実行することができる。図示の例では、前記低誘電率絶縁膜42中にCuなどよりなる配線パターン42Aが埋設されている。

[0051] 平行平板型あるいはICP型の通常のプラズマ処理装置を使ったプラズマCVDプロセスにおいてF添加カーボン膜44を形成する場合には、原料ガス分子が解離して発生するFラジカルを系から除去するために水素ガスを添加する必要があるため

得られるF添加カーボン膜は多量の水素を含むのが避けられない。これに対し、図2A、2Bのプラズマ処理装置において前記ラジアルラインスロットアンテナ30から供給されたマイクロ波により、前記C₅F₈原料ガスなど、分子中におけるF原子の数とC原子の数の比、すなわちF/Cが1よりも大きく2未満のフッ化カーボン原料を解離させた場合には、水素ガスを添加せずとも所望のF添加カーボン膜44を形成することができる。このようにして形成されたF添加カーボン膜44は、水素を実質的に含まない膜となっている。

[0052] このようにしてF添加カーボン膜44を形成した後、次に図5Bの工程において前記F添加カーボン膜44上に、同じプラズマ処理装置100を使ってSiCN、SiNあるいはSiO₂などのハードマスク膜45を形成し、さらに図5Cの工程において前記ハードマスク膜45上に開口部46Aを有するレジストパターン46を通常の写真リソグラフィにより形成する。前記プラズマ処理装置100において前記ハードマスク膜45をSiCN膜により形成する場合には、前記処理ガス供給部24より前記プロセス空間11Bにトリメチルシランを原料ガスとして供給し、また前記プラズマガス供給部14CよりArガスと窒素ガスを前記カバープレート17直下の空間11Aに導入して窒素ラジカルを含むプラズマを励起する。典型的な場合、かかるSiCN膜45の堆積は、例えば基板温度を350℃に設定し、約200Paの圧力下、前記ラジアルラインスロットアンテナ30から周波数が2.54GHzのマイクロ波を、1.0W/cm²のパワー密度で供給することにより、実行することができる。

[0053] さらに図5Cの工程では前記レジストパターン46をマスクに前記ハードマスク層45をパターニングしてハードマスクパターン45Aを形成し、図5Dの工程において前記ハードマスクパターン45Aをマスクにその下のF添加カーボン膜44をパターニングし、前記F添加カーボン膜44中に、前記レジスト開口部46Aに対応した開口部44Aを、前記配線層42Aが前記開口部44Aの底部において露出するように形成する。

[0054] 本実施例では、さらに図5Eの工程において図5Dの構造を図2A、2Bのプラズマ処理装置100中に再び導入し、前記プラズマガス導入口14Cより前記カバープレート17直下の空間11AにArと窒素の混合ガスを導入することにより、窒素ラジカルN*を生成させる。

- [0055] 図5Eの工程では、さらにこのようにして生成した窒素ラジカルN*を使って前記プロセス空間11Bにおいて被処理基板41を処理し、前記開口部44Aの側壁面において露出した前記F添加カーボン膜44の表面に存在するF原子を脱離させる。またこのような窒素ラジカル処理の結果、前記F添加カーボン膜44の露出表面において窒素が結合した改質層が形成される可能性もある。
- [0056] 図5Eの工程の後、本実施例では図5Fの工程において図5Eの構造上にTa膜47をバリアメタル膜として、前記Ta膜47が前記ハードマスク膜45の表面および前記F添加カーボン膜44の露出側壁面、さらに前記開口部44Aの底部において露出された配線パターン42Aの表面を連続して覆うように形成する。
- [0057] 本実施例では図5Eの工程において前記開口部44Aの側壁面に露出しているF添加カーボン膜44の表面からF原子が除去されているため、このように前記側壁面を覆うようにTa膜47を形成しても揮発性のTaFの形成は実質的に生じることがなく、前記Ta膜47は優れた密着性を有する。また前記F添加カーボン膜44中には水素が実質的に含まれておらず、このため膜44からのHFの放出も効果的に抑制されている。
- [0058] ところで図5Eの工程のようにF添加カーボン膜を窒素ラジカルにより処理した場合、一般には激しいエッチングが生じてしまい、改質処理を行うことは非常に困難であるが、これはF添加カーボン膜中に含まれる水素が窒素ラジカルと反応してN-H基を形成するのが原因である可能性がある。これに対し、本発明では前記F添加カーボン膜44が水素を実質的に含まない膜であるため、このような問題は生じない。
- [0059] 図5Fの工程の後、図5Gの工程において図5Dの構造上には前記開口部44Aを充填するようにCu層48が、典型的にはCVD法によるシード層形成工程と電解めっきによる充填工程を行うことにより形成され、さらに図5Hの工程においてCMP法により前記Cu層48の一部、前記Taバリアメタル膜47および前記ハードマスク膜45までを除去することにより、前記F添加カーボン膜44中にTaバリアメタル膜47を介してCu配線パターンあるいはプラグを構成するCuパターン48Aが形成された構造が得られる。
- [0060] 先にも説明したように、このようにして得られた構造は安定であり、信頼性の高いコンタクトを実現する。

[第2実施例]

先に説明した本発明の第1実施例においては、図5Dのドライエッチング工程の後、前記開口部44Aの側壁面に付着した不純物を除去するためにクリーニング工程を行う必要があり、これをドライエッチング装置から大気中に取り出して行っていた。

[0061] しかし、このように大気中において図5Dの構造をクリーニングした場合には、前記開口部44Aの側壁面に大気中の水分が吸着され、HF形成の原因となる恐れがある。

[0062] そこで本実施例では、図5D～図5Fまでの工程を、図6に示すクラスタ型基板処理システム60を使って実行する。

[0063] 図6を参照するに、クラスタ型基板処理装置60は基板を出し入れするロードロック室62が結合され搬送ロボットを設置された真空搬送室61と、前記真空搬送室61に結合されたドライエッチング室63と、前記真空搬送室61に結合され図5Eの改質処理を行う改質処理室64と、前記真空搬送室61に結合され図5FのTa膜の堆積を行うスパッタリング室65と、前記真空搬送室61に結合され、図5Dの構造に対してドライクリーニングを行うクリーニング室66とよりなり、前記ドライエッチング室63と改質処理室64の各々には、図2A、2Bで説明したのと同構成のプラズマ処理装置100が設置されている。

[0064] そこで図5Cの工程の後、被処理基板41は前記レジストパターン46をアッシング等により除去した後、前記ロードロック室62から真空搬送室61を介してドライエッチング室63に導入され、図5Dのドライエッチング工程が実行される。

[0065] このドライエッチング工程では、前記ドライエッチング室63中に設置されたプラズマ処理装置100において、前記プラズマガス導入部14CよりArガスを空間11Aに導入し、また前記処理ガス導入部24より $N_2 + H_2$ などのエッチングガスを前記プロセス空間11Bに導入し、さらに前記基板保持台13に高周波電源13Aより高周波バイアスを印加しながら前記ラジアルラインスロットアンテナ30よりマイクロ波を前記空間11Aに前記マイクロ波窓17を介して導入することにより、所望のドライエッチングが実行される。

- [0066] 図5Dのドライエッチング工程の後、前記被処理基板41は前記真空搬送室61を介して改質処理室64に搬送され、図5Eの改質処理工程が実行される。
- [0067] この改質処理工程では、前記改質処理室64に設置されたプラズマ処理装置100において前記プラズマガス導入部14CよりArガスと窒素ガスとを前記空間11Aに導入し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30よりマイクロ波を前記空間11Aに前記マイクロ波窓17を介して導入することにより、図5Eの改質処理が実行される。
- [0068] さらに図5Eの改質処理の後、前記被処理基板41は真空搬送室61を介してドライクリーニング室66に搬送され、 NF_3 、 F_2 、 CO_2 あるいはフロン系ガスを使ったドライクリーニングが実行される。
- [0069] 前記処理室66でのドライクリーニング処理が終了した被処理基板41はさらに真空搬送室61を介してスパッタリング処理室65に搬送され、図5Fの工程により前記Taバリア金属膜47が形成される。
- [0070] 図5Fの工程の後、前記被処理基板41は前記真空搬送室61を介して前記ロードロック室62に戻される。
- [0071] 図7は、図6の基板処理システム60と共に使われ、前記キャップ膜43、前記F添加カーボン膜44およびハードマスク膜45の形成に使われる別のクラスタ型基板処理システム80の構成を示す。
- [0072] 図7を参照するに、クラスタ型基板処理装置80は基板を出し入れするロードロック室82が結合され搬送ロボットを設置された真空搬送室81と、前記真空搬送室81に結合され前記キャップ膜43の形成に使われる堆積室83と、前記真空搬送室81に結合され前記F添加カーボン膜44の形成に使われる堆積室84と、前記真空搬送室81に結合され前記ハードマスク膜45の形成に使われる堆積室85とを含み、前記堆積室83、84および85の各々には、図2A、2Bで説明したのと同構成のプラズマ処理装置100が設置されている。
- [0073] そこで前記被処理基板41は絶縁膜42および配線パターン42Aの形成の後、前記ロードロック室82より前記真空搬送室81を介して堆積室83に搬送され、前記堆積室83中に設置されているプラズマ処理装置100において、前記プラズマガス供給部14Cより前記カバープレート17直下の空間11AにArガスと窒素ガスを供給し、前記処

理ガス供給部24より前記プロセス空間11Bにトリメチルシランや SiH_4 などのSi含有原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30より前記空間11Aに前記カバープレート17を介してマイクロ波を供給することにより前記空間11A中にマイクロ波プラズマを励起することにより、絶縁膜42上に前記キャップ膜43が形成される。

[0074] このようにしてキャップ膜43が形成された後、前記被処理基板41は前記堆積室83から真空搬送室81を通過して堆積室84に搬送され、前記堆積室84中に設置されているプラズマ処理装置100において、前記プラズマガス供給部14Cより前記カバープレート17直下の空間11AにArガスと窒素ガスを供給し、前記処理ガス供給部24より前記プロセス空間11Bに C_5F_8 など、分子中のF/C比が1よりも大きく2未満のフッ化カーボン原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30より前記空間11Aに前記カバープレート17を介してマイクロ波を供給することにより前記空間11A中にマイクロ波プラズマを励起することにより、前記キャップ膜43上にF添加カーボン膜44が形成される。先にも説明したように、このF添加カーボン膜44の形成工程では原料ガスに水素ガスを添加する必要がなく、従って得られるF添加カーボン膜44は膜中に実質的な量の水素を含まない。

[0075] このようにしてF添加カーボン膜44が形成された後、前記被処理基板41は前記堆積室84から真空搬送室81を通過して堆積室85に搬送され、前記堆積室85中に設置されているプラズマ処理装置100において、前記プラズマガス供給部14Cより前記カバープレート17直下の空間11AにArガスと窒素ガスを供給し、前記処理ガス供給部24より前記プロセス空間11Bにトリメチルシランや SiH_4 などのSi含有原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30より前記空間11Aに前記カバープレート17を介してマイクロ波を供給することにより前記空間11A中にマイクロ波プラズマを励起することにより、前記F添加カーボン膜44上にハードマスク膜45が形成される。

[0076] このようにしてハードマスク膜45が形成された被処理基板41は前記真空搬送室81を通過してロードロック室に戻され、さらに図5Cのレジストプロセスおよびフォトリソグラフィプロセスへと送られる。

[0077] このように、図7のクラスタ型基板処理システム80を使うことにより、前記F添加カーボン膜44上にハードマスク膜45を、前記フッ素添加カーボン膜44を大気に露出することなく形成でき、膜44の表面における水分の吸着を回避することができる。

[第3実施例]

図8は、本発明の第4実施例による半導体装置120の構成を示す。ただし図8中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

[0078] 図8を参照するに、図示の構成は先に図5Fで説明した状態、すなわちTaバリアメタル膜47が形成された後、図5GのCu層48が形成される前の状態に対応しているが、本実施例では前記ハードマスク層45の表面および前記開口部44Aにおいて露出されるF添加カーボン膜44の側壁面と前記Taバリアメタル膜47との間にAl膜49が堆積されている。

[0079] 前記Al膜49を設けることにより、前記Taバリア膜47が前記F添加カーボン膜44から離間され、バリア膜47がFと反応して揮発性のTaFを形成する問題が回避される。AlはFと反応した場合、安定なAlFを形成するため、図8の構成では前記Al膜49のうち、前記F添加カーボン膜表面と接触する界面には、AlF層が形成されている。また前記Al膜49のうち、前記Cu配線パターン42Aとコンタクトしている開口部44Aの底部に対応する部分においては、Al-Cu合金が形成されている。

[0080] 前記Al膜49は、スパッタリングによって形成されるのが典型的であるが、ALD法によっても、あるいはCVD法によっても形成することができる。

[0081] また前記膜49としては、Fと反応して安定な化合物を形成する金属膜であれば、どのようなものでも使うことができる。例えば前記金属膜49として、Alの他にRu, Ni, Co, Pt, Au, Agなどを使うことができる。

[0082] 本実施例においても腐食性のHFの発生を回避するため、前記F添加カーボン膜44はF/C比が1よりも大きく2よりも小さいフッ化カーボン原料を使い、図2A, 2Bで説明したマイクロ波プラズマ処理装置100により形成するのが好ましい。

[0083] その際、前記フッ化カーボン原料としては、 C_5F_8 の他に C_3F_4 , C_4F_6 などを使うことも可能である。

[0084] また本発明によるフッ素添加カーボン膜の改質は、先に説明した窒素あるいはArのみならず、Kr, C, B, Siのいずれかを含むラジカル中において実行することが可能である。

[0085] 以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0086] 本発明は一般に絶縁膜の形成方法に適用可能であり、特にF(フッ素)添加カーボン膜の成膜方法、かかるフッ素添加カーボン膜を成膜方法を使った半導体装置の製造方法およびかかる方法により形成された半導体装置、さらにはかかる半導体装置の製造のための基板処理システムに適用可能である。

請求の範囲

- [1] F添加カーボン膜を、CとFとを含む原料ガスを使って形成する工程と、
形成された前記F添加カーボン膜を、ラジカルにより改質する工程とを含み、
前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比F/Cが、1よりも大きく2よりも小さい成膜方法。
- [2] 前記改質工程は、前記F添加カーボン膜の露出表面を終端しているF原子を除去するように実行される請求項1記載の成膜方法。
- [3] 前記改質工程は、N, Ar, Kr, C, B, Siのいずれかを含むラジカル中において実行される請求項1記載の成膜方法。
- [4] 前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起される請求項1記載の成膜方法。
- [5] 前記マイクロ波プラズマは、前記F添加カーボン膜が形成されるプロセス空間に、平面状マイクロ波アンテナより前記プロセス空間を形成するマイクロ波窓を介してマイクロ波を導入することにより形成される請求項4記載の成膜方法。
- [6] 前記原料ガスは、 C_3F_4 , C_4F_6 , C_5F_8 のいずれかよりなる請求項1記載の成膜方法。
- [7] 前記原料ガスは、水素ガス成分を含まない請求項1記載の成膜方法。
- [8] 前記F添加カーボン膜は、前記CとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVD法により形成される請求項1記載の成膜方法。
- [9] 前記プラズマCVD法は、前記原料ガスをマイクロ波プラズマにより解離させることにより実行される請求項8記載の成膜方法。
- [10] 基板上にF添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、
前記F添加カーボン膜をドライエッチングし、前記F添加カーボン膜中に開口部を形成する工程と、
前記開口部の側壁面と底面とを金属膜で覆う工程とを含む半導体装置の製造方法において、
前記開口部を形成する工程の後、前記開口部の側壁面と底面とを前記金属膜で覆う工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面をラジカルにより改質する工程を含み、

前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比F/Cが、1よりも大きく2よりも小さい半導体装置の製造方法。

- [11] 前記改質工程において前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起されることを特徴とする請求項10記載の半導体装置の製造方法。

- [12] 前記F添加カーボン膜を堆積する工程は、前記F添加カーボン膜の表面に、さらにハードマスク膜を形成する工程を含み、

前記F添加カーボン膜を堆積する工程と前記ハードマスク膜を形成する工程とは、第1の真空搬送室に結合された第1および第2の処理室においてそれぞれ実行され、

前記開口部を形成する工程と前記改質工程とは、第2の真空搬送室に結合された第3および第4の処理室においてそれぞれ実行される請求項10記載の半導体装置の製造方法。

- [13] 真空搬送室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライエッチングを行う第1の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜の改質を行う第2の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライクリーニングを行う第3の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、金属膜の堆積を行う第4の処理室とを備えた基板処理システムであって、

前記第1および第2の処理室の各々は、

排気系に結合され被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、

前記基板保持台上の被処理基板に対面するように設けられ、前記処理容器の外壁の一部を構成するマイクロ波窓と、

前記処理容器の外側に、前記マイクロ波窓に結合して設けられた平面マイクロ波アンテナと、

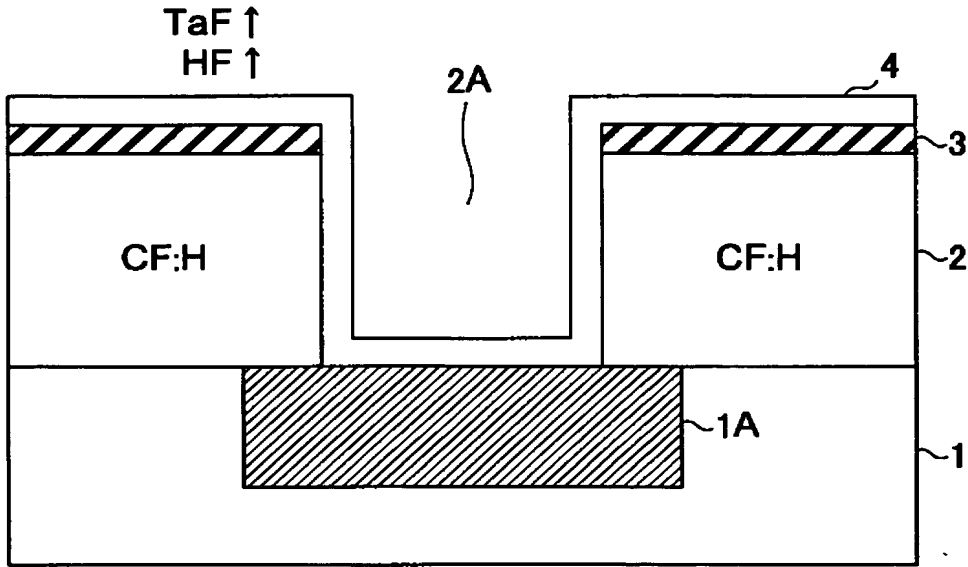
前記処理容器内に希ガスを供給する第1のガス供給系と、

前記処理容器内に、前記処理容器内部の空間を前記マイクロ波窓が含まれる第1

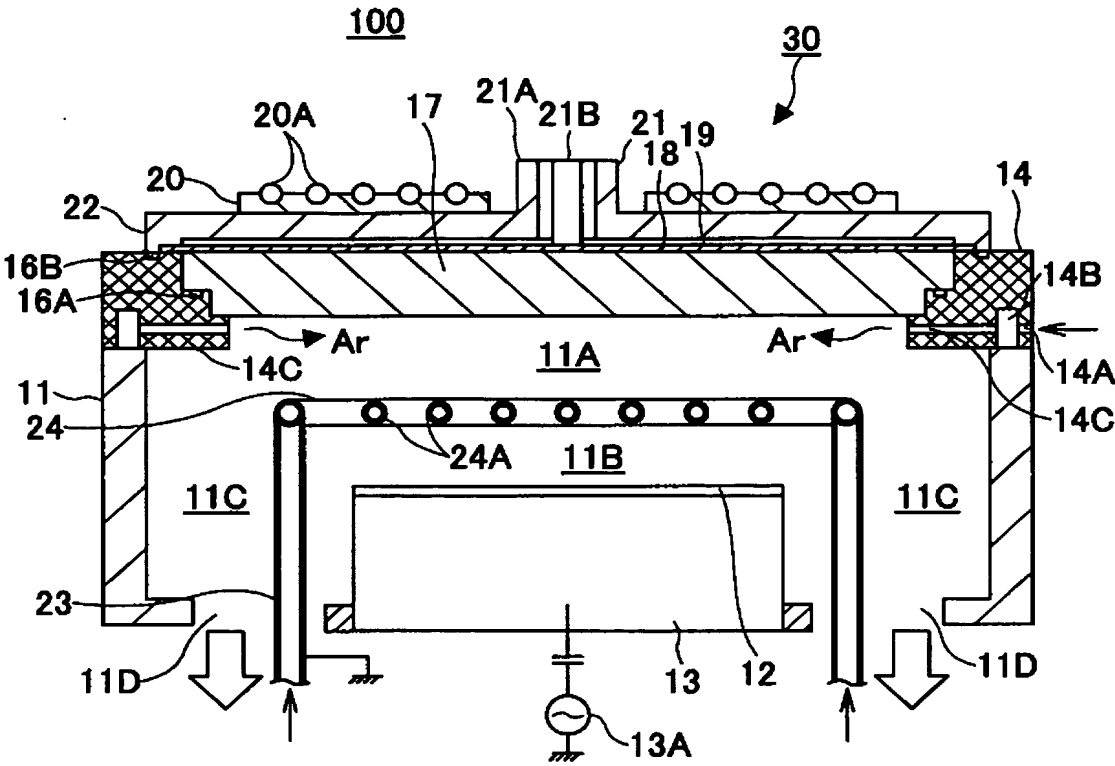
の空間部分と前記基板保持台が含まれる第2の空間部分とに分割するように設けられ、前記第1の空間部分に形成されたプラズマが前記第2の空間部分に侵入できるように開口部を形成され、さらに処理ガスを前記処理容器内に導入する第2のガス供給系とを備えた基板処理システム。

- [14] 基板上にフッ素添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、
前記フッ素添加カーボン膜中にドライエッチングにより開口部を形成する工程と、
前記開口部の側壁面と底面を覆うように第1の金属膜を堆積する工程とよりなる半導体装置の製造方法において、
前記開口部を形成する工程の後、前記第1の金属膜を堆積する工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面および底面を覆うように、Fと反応した場合に安定な化合物を形成する金属元素よりなる第2の金属膜を堆積する工程を設けた半導体装置の製造方法。
- [15] 前記第2の金属膜は、Al, Ru, Ni, Co, Pt, Au, Agのうちよりなる群のうちより選ばれる請求項14記載の半導体装置の製造方法。
- [16] 基板と、
前記基板上に形成されたフッ素添加カーボン膜と、
前記フッ素添加カーボン膜中に形成された開口部と、
少なくとも前記開口部の側壁面と底面とを沿って形成された第1の金属膜とよりなる半導体装置において、
前記フッ素添加カーボン膜と前記第1の金属膜との間には、前記開口部の側壁面と底面とを覆うように、第2の金属膜が形成されており、
前記第2の金属膜には、前記フッ素添加カーボン膜が露出する前記開口部の側壁面との界面に沿って、フッ化物膜が形成されている半導体装置。
- [17] 前記開口部は、その底部において銅配線パターンを露出し、前記第2の金属膜は、前記銅配線パターンとの界面に沿って、Cuを含む合金を形成する請求項16記載の半導体装置。

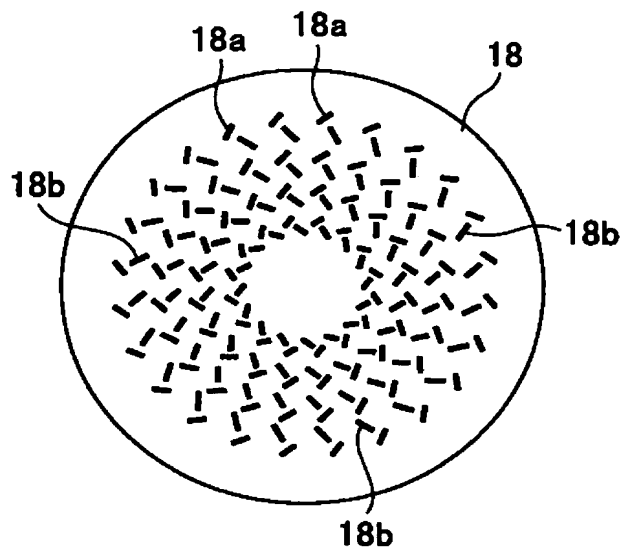
[図1]



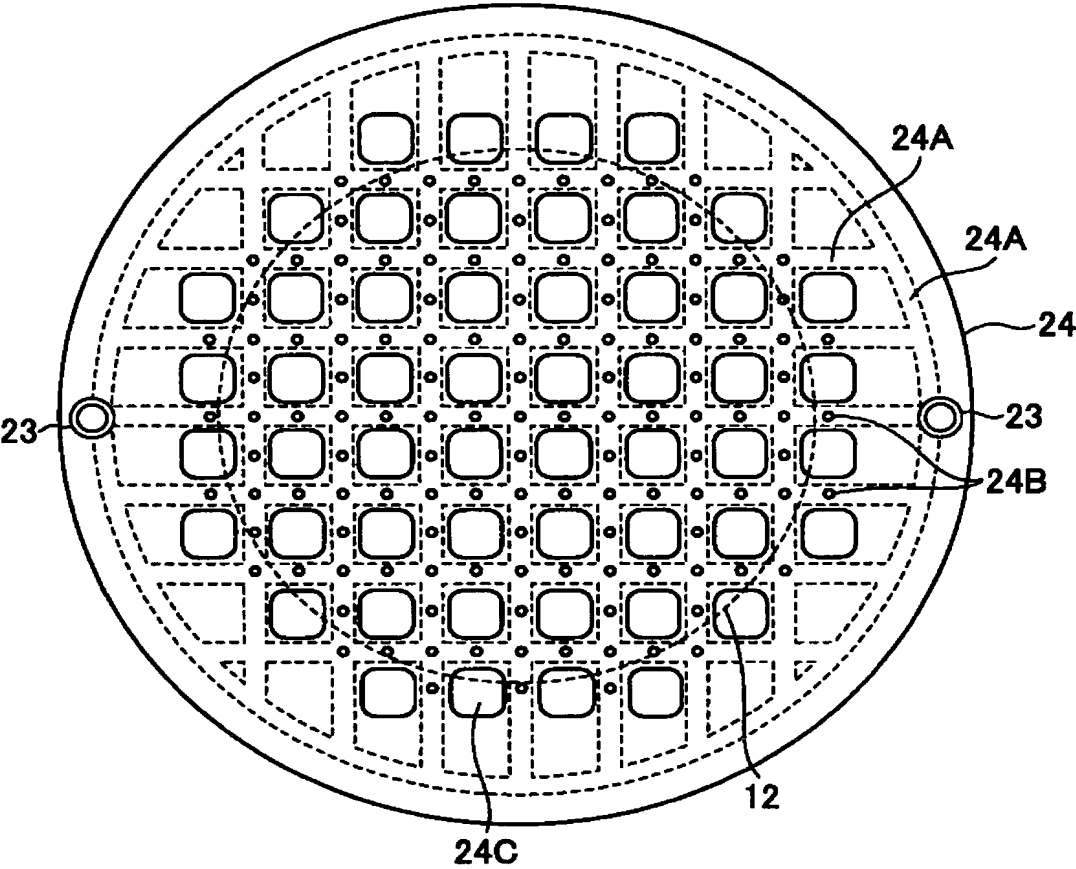
[図2A]



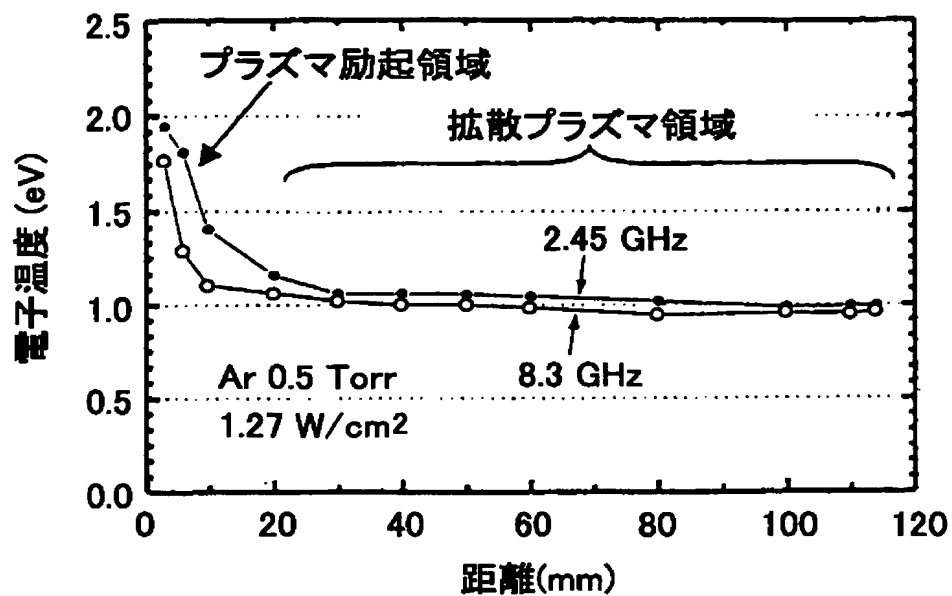
[図2B]



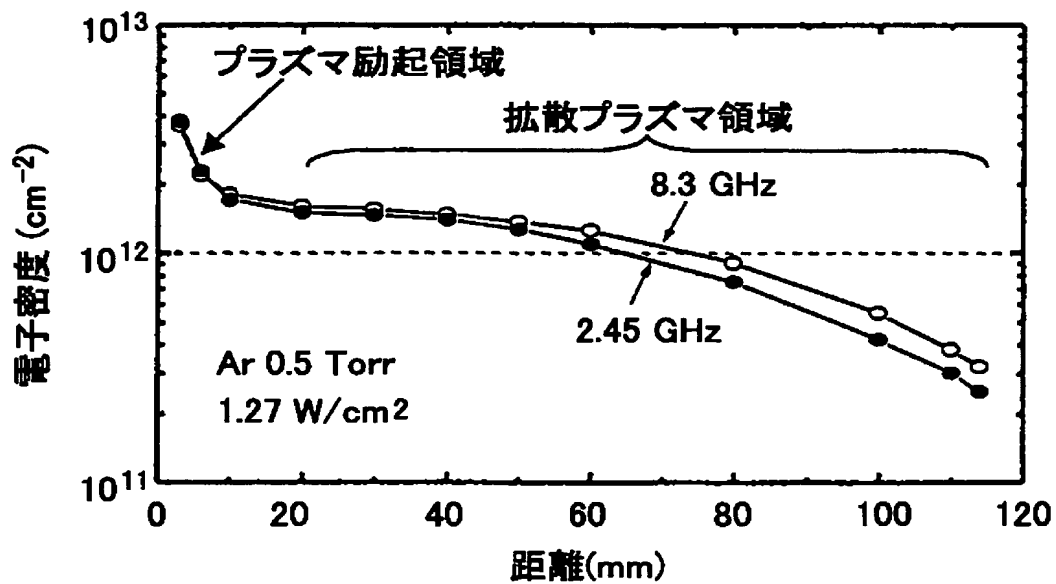
[図3]



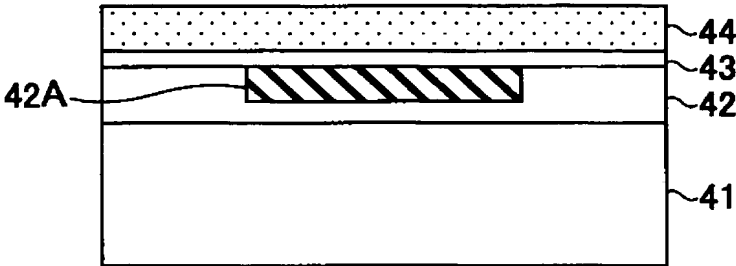
[図4A]



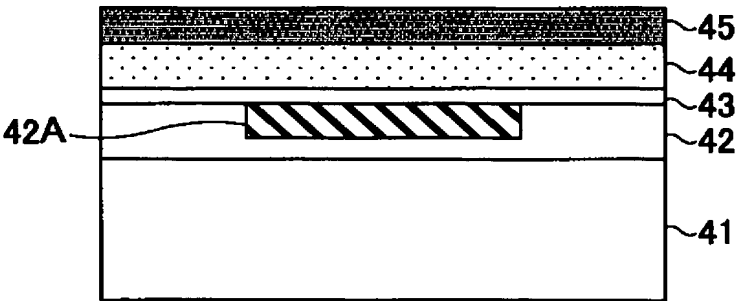
[図4B]



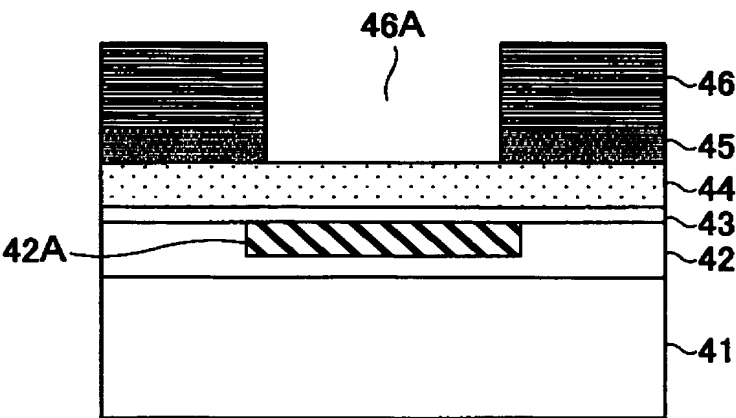
[図5A]



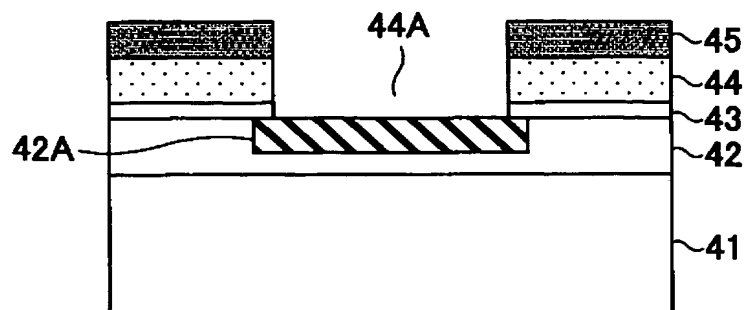
[図5B]



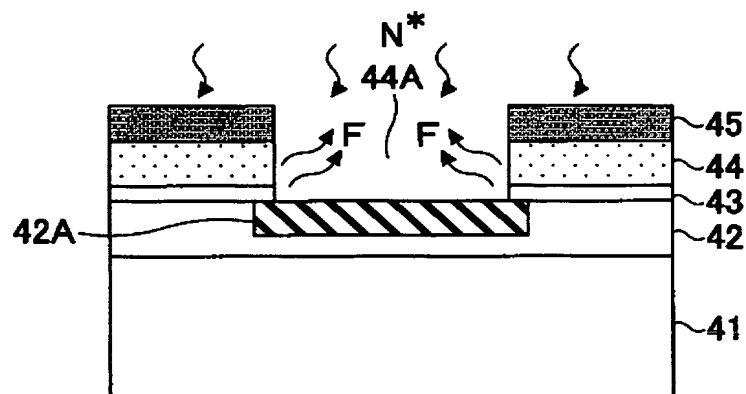
[図5C]



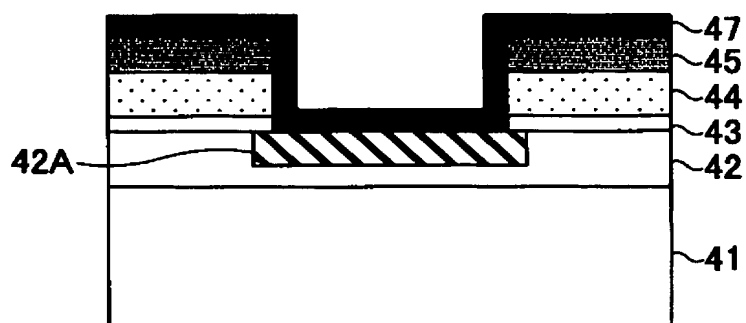
[図5D]



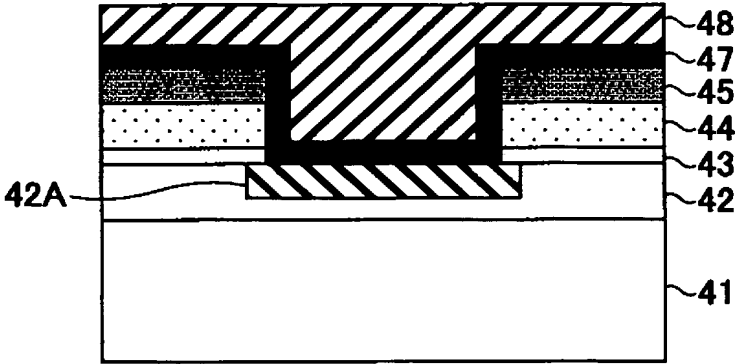
[図5E]



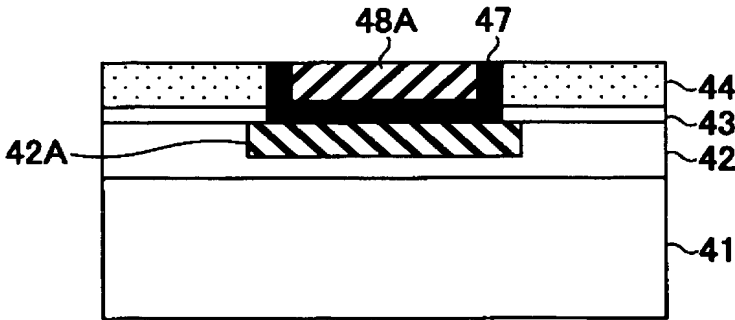
[図5F]



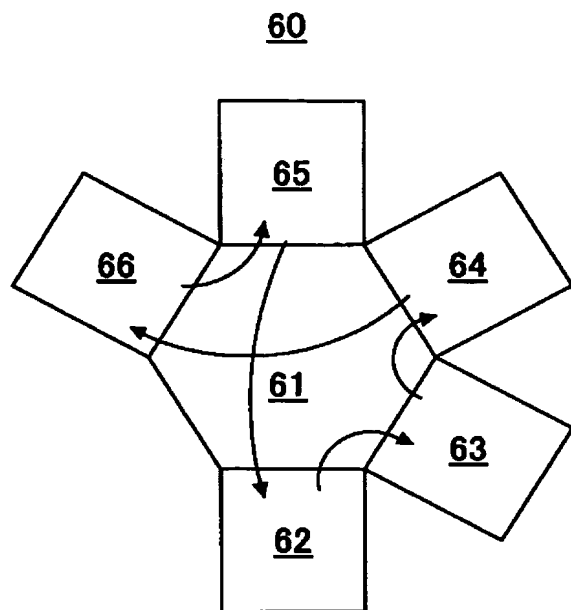
[図5G]



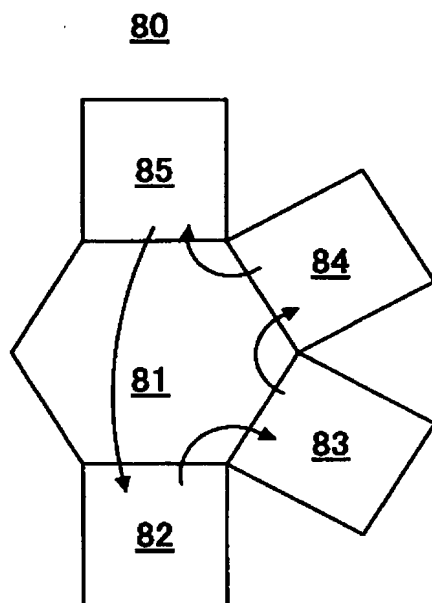
[図5H]



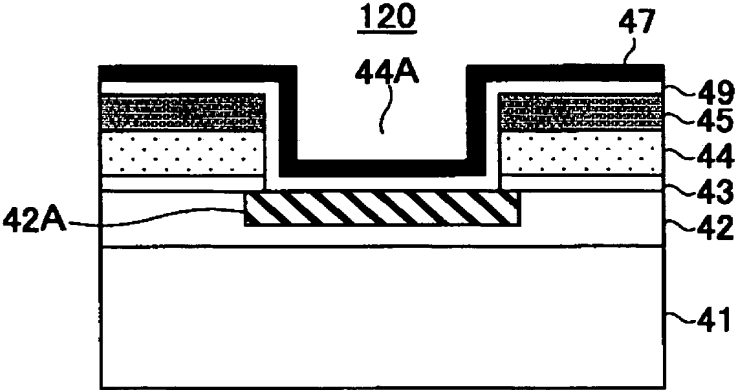
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/314, H01L21/316, H01L21/205, H01L21/31, H01L21/3205, H01L21/768

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/314, H01L21/316, H01L21/205, H01L21/31, H01L21/3205, H01L21/768

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-135631 A (Matsushita Electronics Corp.), 18 May, 2001 (18.05.01), Full text & US 2003/0025209 A1	1, 3, 6-8 2, 4, 5, 9-12
Y	JP 11-154672 A (Tokyo Electron Ltd.), 08 June, 1999 (08.06.99), Full text & EP 1035568 A1	2, 4, 5, 9, 11
Y	JP 2002-299314 A (Tadahiro OMI), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text & US 2003/0168008 A1	5, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 October, 2004 (04.10.04)

Date of mailing of the international search report
19 October, 2004 (19.10.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010484

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-330075 A (Tokyo Electron Ltd.), 30 November, 1999 (30.11.99), Full text & EP 1077486 A1	10-13
Y	JP 10-144676 A (Tokyo Electron Ltd.), 29 May, 1998 (29.05.98), Full text & EP 0933802 A1	12
Y	JP 2002-329682 A (Anelva Corp.), 15 November, 2002 (15.11.02), Full text & US 2002/0157610 A1	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010484

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions according to claims 1 to 9, 10 to 12 relate to a method for forming a film, which comprises forming a fluorine-added carbon film by the use of a raw material gas containing C and F in an atomic ratio F/C of more than 1 and less than 2, and then modifying the resultant film by a radical.

The invention according to claim 13 relates to a substrate treating system involving the formation of a fluorine-added carbon film and the modification of the resultant fluorine-added carbon film, wherein the system has a treating chamber equipped with a planar microwave antenna.

(continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010484

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The inventions according to claims 14 to 17 relate to a semiconductor device wherein a second metal film is so formed, prior to the formation of a first metal film, as to cover the side wall and bottom surface of the opening of a fluorine-added carbon film.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/314, H01L21/316, H01L21/205, H01L21/31,
H01L21/3205, H01L21/768

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/314, H01L21/316, H01L21/205, H01L21/31,
H01L21/3205, H01L21/768

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-135631 A (松下電子工業株式会社) 2001.05.18, 全文,	1, 3, 6-8
Y	& US 2003/0025209 A1	2, 4, 5, 9-12
Y	JP 11-154672 A (東京エレクトロン株式会社) 1999.06.08, 全文,	2, 4, 5, 9, 11
	& EP 1035568 A1	
Y	JP 2002-299314 A (大見忠弘) 2002.10.11, 全文,	5, 13
	& US 2003/0168008 A1	
Y	JP 11-330075 A (東京エレクトロン株式会社) 1999.11.30, 全文,	10-13
	& EP 1077486 A1	
Y	JP 10-144676 A (東京エレクトロン株式会社) 1998.05.29, 全文,	12
	& EP 0933802 A1	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.10.2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池淵 立

4R

8831

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-329682 A (アネルバ株式会社) 2002. 11. 15, 全文, & US 2002/0157610 A1	12

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

- ・請求の範囲1-9, 10-12に係る発明は、原子数比F/Cが1よりも大きく2よりも小さいCとFとを含む原料ガスを使ってフッ素添加カーボン膜を形成後、ラジカルにより改質する成膜方法に関するものである。
- ・請求の範囲13に係る発明は、フッ素添加カーボン膜を形成と、フッ素添加カーボン膜の改質を行う基板処理システムにおいて、平面マイクロ波アンテナを備えた処理室を備えた基板処理システムに関するものである。
- ・請求項の範囲14-17に係る発明は、フッ素添加カーボン膜の開口部の側壁面及び底面を覆うように第1の金属膜との間に第2の金属膜を形成した半導体装置又は半導体装置の製造方法に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。